

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский  
 государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Физический факультет



Согласовано, декан ФФ  
 Блинов В.Е.

2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**(кандидатский экзамен по специальности)**

**БИОФИЗИКА**

Научная специальность: 1.3 Физические науки

Направленность (профиль): Биофизика

Форма обучения: очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)					Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Консультации в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
По выбору	36				12	18	4				2

Всего 36 часов / 1 зачетная единица, в т.ч. - контактная работа 14 часов

Разработчики:

д.ф-м. н., проф. В.П. Мальцев

Заведующий кафедрой БМФ ФФ

д.ф-м. н., проф. В.П. Мальцев

Ответственный за образовательную программу:

д.ф-м. н., проф. С.В. Цыбуля

Новосибирск, 2022

## Оглавление

Аннотация .....	3
Введение .....	4
1. Результаты освоения дисциплины .....	4
2. Трудоемкость дисциплины по видам учебных занятий .....	4
3. Содержание дисциплины .....	5
4. Перечень учебно-методических материалов, необходимых для изучения дисциплины (модуля) .....	5
5. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины (модуля) .....	5
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	5
7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) .....	6
Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины (оценочные материалы) .....	10

### Аннотация

Рабочая программа дисциплины (кандидатский экзамен по специальности) Биофизика реализуется на физическом факультете как элективная дисциплина в рамках научной специальности 1.3 Физические науки Направленность (профиль) Биофизика и разработана в соответствии с паспортом научной специальности Биофизика, Порядком прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечнем и федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, сроками освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов).

Настоящая программа знакомит аспирантов с новейшими научными достижениями в области биологической физики и дать возможность получить практические навыки решения задач современной биофизики.

Для начала обучения данной дисциплине необходима базовая подготовка по следующим разделам физики: физика и химия атомов и молекул, квантовая механика, электродинамика, физика конденсированного состояния вещества.

Цель курса:

- подготовить аспирантов к сдаче кандидатского экзамена в рамках научной специальности Биофизика.

Задачи курса:

- систематизировать базовые знания аспирантов по основным разделам биофизики;
- проверить полноту владения базовыми знаниями по специальности;
- дать аспирантам возможность получить практические навыки в решении задач по биологической физике;
- подготовить аспирантов к сдаче кандидатского экзамена по специальности Биофизика.

Результат освоения дисциплины:

- знание основных разделов биофизики;
- умение применять основные понятия и законы биофизики при решении задач;
- сдача кандидатского экзамена по специальности.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: консультации в период занятий, самостоятельная работа обучающегося.

Общий объем дисциплины – 1 зачетная единица (36 часов).

Форма промежуточной аттестации – кандидатский экзамен.

## Введение

Рабочая программа кандидатского экзамена Биофизика реализуется на физическом факультете как элективная дисциплина в рамках научной специальности 1.3 Физические науки Направленность (профиль) Биофизика и разработана в соответствии с паспортом научной специальности Биофизика, Порядком прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечнем, и федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, сроками освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов).

Настоящая программа знакомит аспирантов с новейшими научными достижениями в области биологической физики и дать возможность получить практические навыки решения задач современной биофизики.

Для начала обучения данной дисциплине необходима базовая подготовка по следующим разделам физики: физика и химия атомов и молекул, квантовая механика, электродинамика, физика конденсированного состояния вещества.

Цель курса:

- подготовить аспирантов к сдаче кандидатского экзамена в рамках научной специальности Биофизика.

Задачи курса:

- систематизировать базовые знания аспирантов по основным разделам биофизики;
- проверить полноту владения базовыми знаниями по специальности;
- дать аспирантам возможность получить практические навыки в решении задач по биологической физике;
- подготовить аспирантов к сдаче кандидатского экзамена по специальности Биофизика.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: консультации в период занятий, самостоятельная работа обучающегося.

Общий объем дисциплины – 1 зачетная единица (36 часов).

Форма промежуточной аттестации – кандидатский экзамен.

### 1. Результаты освоения дисциплины

Результат освоения дисциплины:

- знание основных разделов биофизики;
- умение применять основные понятия и законы биофизики при решении задач.
- сдача кандидатского экзамена по специальности.

### 2. Трудоемкость дисциплины по видам учебных занятий

Трудоемкость дисциплины – 1 з.е. (36 ч)

Форма промежуточной аттестации: кандидатский экзамен

№	Вид деятельности	Количество часов
1.	Консультации в период занятий, ч	12
2.	Занятия в контактной форме, ч из них	14
3.	аудиторных занятий, ч	-
4.	в электронной форме, ч	-
5.	консультаций, час.	-
6.	промежуточная аттестация, ч	2
7.	Самостоятельная работа, час.	22
8.	Всего, ч	36

### 3. Содержание дисциплины

#### Консультации в период занятий (12 ч)

Наименование темы и их содержание	Объем, час
Проблемы биологической физики	4
Молекулярная биокинетика	4
Методы анализа физических измерений	4

#### Самостоятельная работа студентов (22 ч)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к практическим занятиям	4
Подготовка к контрольной работе	2
Выполнение домашнего задания в рамках портфолио	4
Изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	2
Подготовка презентации доклада	4
Подготовка реферата	2
Подготовка к кандидатскому экзамену	4

#### 4. Перечень учебно-методических материалов, необходимых для изучения дисциплины

1. Биофизика: [учебник для биологических специальностей вузов] / П. Г. Костюк, Д. М. Гродзинский, В. Л. Зима и др.; под ред. П. Г. Костюка Киев: Высшая школа, 1988, 503 с.: ил.; 23 см. ISBN 5-11-000094-8. (1 экз)

#### 5. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

2. Волькенштейн М.В. Биофизика / М.В. Волькенштейн 2-е изд., перераб. и доп. М.: Наука, 1988, 591 с.: ил. ISBN 5-02-013835-5. (12 экз)

3. Рубин А.Б. Биофизика: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Биофизика": [в 2 т.] / А.Б. Рубин; МГУ им. М.В. Ломоносова 3-е изд., испр. и доп. Москва: Изд-во МГУ: Наука, 2004, 24 см. (Классический университетский учебник) ISBN 5-02-033597-5 ISBN 5-211-06109-8 Т.1: Теоретическая биофизика 462 с.: ил. ISBN 5-02-033598-3 ISBN 5-211-06110-1. Т.2: Биофизика клеточных процессов. 469 с.: ил. ISBN 5-211-06111-X. (1 экз)

4. Кантор Ч., Биофизическая химия: В 3 т. Т.3 / Пер.с англ. под ред. А.А.Богданова и др. М.: Мир, 1985, 534 с. (2 экз)

5. Блюменфельд Л.А. Проблемы биологической физики / Л.А. Блюменфельд 2-е изд., испр. и доп. М.: Наука, 1977 336 с.: ил. (Физика жизненных процессов). (4 экз)

#### 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации;

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся;

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для аспирантов из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

## **7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Перечень результатов освоения дисциплины представлен в разделе 1.

### ***7.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине***

#### ***Текущий контроль успеваемости:***

Текущий контроль включает контроль посещаемости обучающимися консультаций в период занятий, оценку их активности в ходе дискуссий, представление доклада по тематике, связанной с выполнением научной работы обучающегося, и проверку заданий для самостоятельного решения.

#### ***Промежуточная аттестация:***

Промежуточная аттестация проводится в форме кандидатского экзамена по специальности. Требования разработаны в соответствии со следующими документами:

- паспорт научной специальности Биофизика,
- порядок прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечень,
- федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов).

Для приема кандидатского экзамена создается комиссия по приему кандидатских экзаменов (экзаменационная комиссия), состав которой утверждается приказом ректора НГУ. Состав экзаменационной комиссии формируется из числа научно-педагогических работников (в том числе работающих по совместительству) НГУ в количестве не более 5 человек, и включает в себя председателя, заместителя председателя и членов экзаменационной комиссии. В состав экзаменационной комиссии могут включаться научно-педагогические работники других организаций.

Для оценивания знаний обучающегося в рамках проведения кандидатского экзамена используются следующие оценочные средства:

1. Портфолио - целевая подборка работ обучающегося, раскрывающая его индивидуальные образовательные достижения, в том числе:
  - доклад по тематике, связанной с выполнением научной работы обучающегося.
2. Экзаменационный билет - комплекс вопросов и задач, разработанных в соответствии с паспортом научной специальности Биофизика.

Кандидатский экзамен проводится экзаменационной комиссией по билетам (программам), утверждаемым деканом физического факультета НГУ. Для подготовки

экзаменуемый использует листы ответа, которые хранятся в деле обучающегося вместе с протоколом экзамена.

В случае неявки экзаменуемого на кандидатский экзамен по уважительной причине (при наличии подтверждающих документов) он может быть допущен приказом ректора к сдаче кандидатского экзамена в течение текущего периода промежуточной аттестации. В случае получения неудовлетворительной оценки передача кандидатского экзамена в течение текущего периода промежуточной аттестации не допускается. Передача кандидатского экзамена с положительной оценки на другую положительную оценку не допускается.

Оценка уровня знаний экзаменуемого определяется экзаменационными комиссиями по пятибалльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценка выставляется простым большинством голосов членов экзаменационной комиссии. При равенстве голосов решающей считается оценка председателя. Экзаменуемым может быть в двухдневный срок подана апелляция ректору о несогласии с решением экзаменационной комиссии. Экзаменационная комиссия по приему кандидатского экзамена по специальной дисциплине правомочна принимать кандидатский экзамен по специальной дисциплине, если в ее заседании участвуют не менее 3 специалистов, имеющих ученую степень кандидата или доктора наук по научной специальности, соответствующей специальной дисциплине, в том числе не менее одного доктора наук. Решение экзаменационной комиссии оформляется протоколом, в котором указываются, в том числе, код и наименование научной специальности, по которой сдавались кандидатские экзамены; шифр и наименование направленности (профиля) по которой подготавливается диссертация.

### **Описание критериев и шкал оценивания результатов освоения дисциплины**

Таблица 7.1 Результаты освоения дисциплины

<b>Результат освоения дисциплины</b>	<b>Оценочное средство</b>
- знание основных разделов биофизики	Портфолио Кандидатский экзамен
- умение применять основные понятия и законы биофизики при решении задач	Портфолио Кандидатский экзамен

Таблица 7.2 Критерии оценивания результатов освоения дисциплины

<b>Критерии оценивания результатов освоения дисциплины</b>	<b>Шкала оценивания</b>
<p><b><u>Доклады и выступления</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– знает актуальные исследования и критически анализирует результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности,</li> <li>– умеет ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования,</li> <li>– знает возможные направления профессиональной самореализации,</li> <li>- владеет приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач,</li> <li>– точность и полнота выделения, классификации и систематизации основного смыслообразующего компонента из источников и литературы.</li> </ul>	<i>Отлично</i>

<p>В докладах и выступлениях обучающийся мог допустить непринципиальные неточности.</p> <p><b><u>Решение типовых задач:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– умеет определять и применять современные научные методы при решении практических задач,</li> <li>– точность ответа, отсутствие ошибок.</li> </ul> <p><b><u>Кандидатский экзамен:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– демонстрирует углубленные знания базовых понятий, моделей, гипотез и концепций, свободно владеет всеми основными разделами современной физики,</li> <li>– самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, отсутствие затруднений в объяснении процессов и явлений, а также при формулировке собственных суждений,</li> <li>– наличие исчерпывающих ответов на дополнительные вопросы.</li> </ul> <p>При изложении ответа на вопрос(ы) экзаменационного билета обучающийся мог допустить непринципиальные неточности.</p>	
<p><b><u>Доклады и выступления</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– знает актуальные исследования и критически анализирует результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности,</li> <li>– умеет ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования,</li> <li>– знает возможные направления профессиональной самореализации,</li> <li>- владеет приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач,</li> <li>– точность и полнота выделения, классификации и систематизации основного смыслообразующего компонента из источников и литературы.</li> </ul> <p>В докладах и выступлениях обучающийся мог допустить неточности, не влияющие на суть доклада.</p> <p><b><u>Решение типовых задач:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– умеет определять и применять современные научные методы при решении практических задач,</li> <li>– точность ответа, непринципиальные ошибки.</li> </ul> <p><b><u>Кандидатский экзамен:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– демонстрирует в основном углубленные знания базовых понятий, моделей, гипотез и концепций, свободно владеет всеми основными разделами современной физики,</li> <li>– самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, отсутствие затруднений в объяснении процессов и явлений, а также при формулировке собственных суждений,</li> <li>– допускает незначительные ошибки при ответах на дополнительные вопросы.</li> </ul> <p>При изложении ответа на вопрос(ы) экзаменационного билета обучающийся мог допустить незначительные неточности.</p>	<p><i>Хорошо</i></p>
<p><b><u>Доклады и выступления</u></b></p>	<p><i>Удовлетворительно</i></p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>– не знает направления актуальных исследований, не составляет анализ результатов предшественников и современных достижений в области физики в применении к профессиональной области деятельности,</li> <li>– затрудняется в постановке задач научно-исследовательской деятельности,</li> <li>– затрудняется в выборе возможных направлений профессиональной самореализации,</li> <li>- ограниченно владеет приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач,</li> </ul> <p>В докладах и выступлениях обучающийся допускает неточности влияющие на суть доклада.</p> <p><b><u>Решение типовых задач:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– затрудняется в определении и применении современных научных методов при решении практических задач,</li> <li>– при решении задач допускает принципиальные ошибки.</li> </ul> <p><b><u>Кандидатский экзамен:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– демонстрирует общие знания базовых понятий и моделей в профессиональной области, критичных для понимания основных явлений и экспериментов, но допускает существенные ошибки по содержанию рассматриваемых (обсуждаемых) вопросов,</li> <li>– затрудняется в объяснении процессов и явлений, а также при формулировке собственных суждений,</li> <li>– допускает значительные ошибки при ответах на дополнительные вопросы.</li> </ul>	
<p><b><u>Доклады и выступления</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– отсутствие теоретического и фактического материала, подкрепленного ссылками на научную литературу и источники,</li> <li>– затрудняется в постановке задач научно-исследовательской деятельности,</li> <li>– затрудняется в выборе возможных направлений профессиональной самореализации,</li> <li>- не владеет приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач,</li> <li>– неподготовленность докладов и выступлений на основе предварительного изучения литературы по темам, неучастие в коллективных обсуждениях в ходе практического (семинарского) занятия.</li> </ul> <p><b><u>Решение типовых задач:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– затрудняется в определении и применении современных научных методов при решении практических задач,</li> <li>– при решении задач допускает многочисленные ошибки.</li> </ul> <p><b><u>Кандидатский экзамен:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– демонстрирует общие знания базовых понятий и моделей в профессиональной области, критичных для понимания основных явлений и экспериментов, но допускает существенные ошибки по содержанию рассматриваемых (обсуждаемых) вопросов,</li> <li>– затрудняется в объяснении процессов и явлений, а также при формулировке собственных суждений,</li> <li>– не отвечает на дополнительные вопросы.</li> </ul>	<p><i>Неудовлетво- рительно</i></p>

## Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины (оценочные материалы)

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям РПД, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

### Форма экзаменационного билета

Новосибирский государственный университет Физический факультет	
<b>Кандидатский экзамен</b>	
_____	
научная специальность	
_____	
направленность (профиль)	
<b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №</b>	
1. Вопрос из категории 1.	
2. Вопрос из категории 2.	
3. Вопрос из категории 3.	
4. Вопрос из категории 4.	
5. Вопрос из категории 5.	
Составитель _____	И.О.Фамилия
(подпись)	
Ответственный за образовательную программу	
И.О.Фамилия	
(подпись)	
«    »	20    г.

Билет состоит из пяти вопросов по одному из каждой категорий. Категории представляют собой основные разделы курса проблемы биологической физики:

- категория 1 – теоретическая биофизика,
- категория 2 – молекулярная биокинетика,
- категория 3 – биофизика клеточных процессов,
- категория 4 – биофизика фотобиологических процессов,
- категория 5- экспериментальные методы в биофизике

3.2 Примерный перечень экзаменационных вопросов, структурированный по категориям, представлен в таблице

Категория	Формулировка задачи
Категория 1 Вопросы по разделу	Общая характеристика реакций в биологических системах. Описание динамики биологических процессов на языке химической кинетики.

Теоретическая  
биофизика

Понятие математической модели. Задачи и возможности математического моделирования в биологии. Понятие адекватности модели реальному объекту. Принципы построения математических моделей биологических систем. Линейные и нелинейные процессы.
Методы качественной теории дифференциальных уравнений в анализе динамических свойств биологических процессов. Понятие фазовой плоскости.
Стационарные состояния биологических систем. Устойчивость стационарных состояний.
Быстрые и медленные переменные. Временная иерархия и принцип узкого места. Его проявление в стационарной кинетике биологических процессов. Понятие о методе квазистационарных концентраций.
Колебательные процессы в биологии, значение их теоретического исследования. Понятие автоколебательного режима динамической модели. Предельные циклы. Примеры автоколебательных моделей.
Кинетика ферментативных реакций. Кинетика простейших ферментативных реакций. Кинетическая модель ферментативного процесса с одним активным центром.
Стационарная кинетика ферментативных реакций. Уравнение Михаелиса - Ментен. Влияние различных факторов на кинетику ферментативных реакций (ингибиторы, активаторы, рН среды, ионы металлов). Общие принципы регулирования и анализ более сложных ферментативных реакций. Применение метода графов.
Множественность стационарных состояний биологических систем. Модели триггерного типа. Управляющие параметры. Параметрическое и силовое переключение триггера. Примеры моделей триггерных систем.
Гистерезисные явления, их значение в регулировании биологических систем.
Влияние температуры на скорость реакций в биологических системах. Теория абсолютных скоростей реакций и активизированного комплекса. Ограничения применимости этих представлений в биоструктурах.
Модели экологических систем. Способы математического описания пространственно - неоднородных биологических систем. Понятие распределенных систем. Математический аппарат описания распределенных систем - уравнения в частных производных.
Активные химические и биологические среды.
Распространение возмущений в активных химических и биологических средах.
Агрегация биологических объектов. Уравнение Смолуховского. Гельэффект. Теория самоподобия Фредландера, ренорм-группы. Константа димеризация мономеров и асимптотическое поведение ядра. Диффузионно-контролируемая агрегация реакционноанизотропных частиц. Модель белых шаров с черными пятнами.

	<p>Классификация термодинамических систем. Первый закон термодинамики и его применение к биологическим системам. Второй закон термодинамики в биологии. Понятие термодинамического равновесия. Расчеты стандартных энергий в биологических системах. Характеристические функции и их использование в анализе ферментативных процессов.</p>
	<p>Изменение энтропии в открытых системах. Термодинамические условия осуществления стационарного состояния. Связь между величинами химического сродства и скоростями реакции.</p>
<p>Категория Вопросы разделу Молекулярная биокинетика 2 по</p>	<p>Общие понятия стабильности конфигурации молекул, энергия связи. Макромолекула как основа организации биоструктур. Своеобразие молекул как физического объекта.</p>
	<p>Общий характер объемных взаимодействий и влияние внешнего поля на стабильность конформации биополимеров (по работам Лифшица).</p>
	<p>Фазовые переходы. Кооперативные свойства молекул. Различные типы объемных взаимодействий в макромолекулах. Водородные связи, силы Ван-дер-Вальса и стабильность вторичной и третичной структуры. Повторная изомерия и энергия внутреннего вращения. Расчет конформационной энергии. Конформация полипептидной цепи. Стерические карты.</p>
	<p>Факторы стабилизации макромолекул, надмолекулярных структур и биомембран.</p>
	<p>Взаимодействие макромолекул с растворителем. Состояние воды и гидрофобные взаимодействия в биоструктурах. Переходы спиральклубок.</p>
	<p>Особенности пространственной организации белков и нуклеиновых кислот. Модели фибриллярных и глобулярных белков.</p>
	<p>Взаимодействие статистических и механических факторов, определяющих динамическую подвижность белков. Динамическая структура глобулярных белков; конформационная подвижность</p>
	<p>Результаты исследования конформационной подвижности. Типы движения в белках. Связь характеристик конформационной подвижности белков с их функциональными свойствами. Роль воды в динамике белков. Роль конформационной подвижности в функционировании ферментов и транспортных белков.</p>
	<p>Мембрана, как универсальный компонент биологических систем. Развитие представлений о структурной организации мембран.</p>
<p>Категория 3 Вопросы по разделу Биофизика клеточных процессов</p>	<p>Характеристика мембранных белков. Особенности строения мембранных липидов. Вода, как составной элемент биомембран.</p>
	<p>Модельные мембранные системы. Монослойные мембраны на границе раздела фаз. Бислойные мембраны. Протеолипосомы.</p>
	<p>Физико-химические механизмы стабилизации мембран. Особенности фазовых переходов в мембранных системах.</p>
	<p>Вращательная, трансляционная подвижность фосфолипидов, флипфлоп переходы. Подвижность мембранных белков. Белок-липидное взаимодействие в мембранах. Влияние внешних (экологических) факторов на структурно-функциональные характеристики биомембран.</p>

<p>Поверхностный заряд мембранных систем; происхождение дзетапотенциала и характеристика основных факторов, определяющих его величину.</p>
<p>Пассивные электрические явления в биоструктурах. Явление поляризации. Типы поляризации.</p>
<p>Дисперсия электропроводности, емкости, диэлектрической проницаемости биоструктур. Зависимость диэлектрических потерь от частоты.</p>
<p>Особенности структур живых клеток и тканей, лежащие в основе их электрических свойств. Зоны дисперсии электрических параметров биологических объектов.</p>
<p>Свободные радикалы при цепных реакциях окисления липидов в мембранах и других клеточных структурах. Образование свободных радикалов в тканях в норме и при патологических процессах; роль активных форм кислорода. Антиоксиданты, механизм их биологического действия. Естественные антиоксиданты тканей и их биологическая роль.</p>
<p>Проблема транспорта вещества через биомембраны. Проницаемость биомембран. Движущие силы переноса вещества через мембрану. Электрохимический потенциал. Активный и пассивный транспорт. Термодинамические уравнения и критерии процессов пассивного и активного транспорта. Уравнения диффузии, уравнение проницаемости, константа проницаемости.</p>
<p>Транспорт неэлектролитов. Связь проницаемости мембран с растворимостью проникающих веществ в липидах. Простая диффузия низкомолекулярных веществ. Ограниченная диффузия.</p>
<p>Проницаемость биологических мембран для воды. Взаимодействие молекул воды с липидами биомембран.</p>
<p>Облегченная диффузия. Транспорт сахаров и аминокислот через биологическую мембрану с участием переносчиков. Пиноцитоз.</p>
<p>Проницаемость биологических мембран для ионов. Избирательная проницаемость биологических мембран. Понятие о полупроницаемости, селективности и неспецифичности биомембран. Роль переносчиков в проницаемости биологических мембран для ионов. Примеры (валиномицин, грмицидин).</p>
<p>Свойства каналов и их роль в ионном транспорте. Механизмы переноса ионов через канал. Селективность каналов. Воротные токи. Механизмы регулирования проводимости каналов. Кооперативная модель. Флуктуации ионных токов.</p>
<p>Распределение ионов по обе стороны биологических мембран.</p>
<p>Причины возникновения биопотенциалов. Концентрационные, диффузионные, фазовые и мембранные потенциалы. Равновесие Доннана. Равновесный электрохимический потенциал. Потенциал покоя и его связь с распределением ионов. Роль калия в генерации потенциала покоя. Гипотеза о натриевом насосе.</p>
<p>Общая характеристика фотобиологических реакций и их типы. Основные фотобиологические процессы и их закономерности.</p>

<p>Категория 4 Вопросы по разделу Биофизика фотобиологических процессов</p>	<p>Основные стадии фотобиологического процесса: возбуждение фоторецептора, миграция энергии возбуждения, первичный фотохимический акт, сопряжение с ферментативными стадиями, физиологический эффект. Основы молекулярной организации фоторецептора. Люминесценция биологически важных молекул.</p>
	<p>Процессы растраты энергии и фотохимический акт. Фотохимические процессы, квантовый выход и сечение фотореакции.</p>
	<p>Спектр действия и определение спектров поглощения веществ, ответственных за фотопроцесс. Кинетика фотобиологических процессов и зависимость от интенсивности света. Фотосенсибилизация. Механизмы элементарных процессов (фотовосстановление, фотоокисление, фотоизомеризация, фоторазложение). Изучение первичных фотопроцессов в модельных системах и организмах. Применение методов дифференциальной, импульсной, низкотемпературной спектроскопии.</p>
	<p>Фотосинтез. Спектр действия, поглощение и миграция энергии в фотосинтетической единице. Механизмы разделения зарядов в реакционном центре. Генерация потенциалов. Роль мембранных структур. Электронтранспортная цепь и две фотохимические реакции.</p>
	<p>Кинетика и физические механизмы переноса электрона в электронтранспортных цепях фотосинтеза. Механизмы сопряжения окислительно-восстановительных реакций с трансмембранным переносом протона. Механизмы фотофосфорилирования.</p>
	<p>Особенности и механизмы фотоэнергетических реакций бактериородопсина и зрительного пигмент родопсина.</p>
	<p>Энергетический и квантовый выход. Молекулярные механизмы других фотобиологических процессов: зрение, фототропизм, фотопериодизм, фототаксис, абиогенный синтез веществ, фотодинамическое действие, фотореактивация, действие ультрафиолета на белки и нуклеиновые кислоты, бактерицидное действие.</p>
	<p>ДНК, как основная внутриклеточная мишень при летальном действии ультрафиолетового света. Фотосенсибилизированные и двухквантовые реакции при повреждении ДНК. Механизм фотодинамических процессов. Защита ДНК некоторыми химическими соединениями.</p>
<p>Основы дози- и фотометрии. Электромагнитная шкала волн. Международный стандарт световых единиц. Связь световых и энергетических единиц измерения. Закон косинусов Ламберта.</p>	
<p>Категория 5 Вопросы по разделу Экспериментальные методы в биофизике</p>	<p>Источники и приемники излучений. Тепловые источники излучения. Формула Планка. Закон Вина. Тепловидение. Использование тепловидения в медицине. Газоразрядные источники излучения. Типы разрядов и их свойства. Основные причины уширения спектральных линий в газах. Источники излучения на базе электронных потоков. Лазеры, принцип действия. Типы лазеров, особенности использования их в биологических и медицинских исследованиях. Детекторы излучения. Устройство, принцип работы и типичные схемы подключения фотоэлектронных умножителей.</p>

Матричное представление свойств электромагнитного излучения. Геометрическое и параксиальное приближения в оптике. Матрицы перемещения и преломления в лучевой оптике. Матричное преобразование гауссовых пучков. Поляризация электромагнитной волны. Сфера Пуанкаре. Вектор Стокса. Матрица Мюллера.

Ультразвук в медицине. Элементы общей акустики. Основные определения и соотношения линейной акустики. Волновое уравнение. Излучатели ультразвука. Пьезоэлектрические, магнитострикционные излучатели, излучаемая акустическая мощность, КПД. Типы ультразвуковых излучателей и приемников, используемых в медицине. Пространственное разрешение ультразвуковой диагностики.

Современная микроскопия и наноскопия. Устройство, принцип действия и пространственное разрешение оптического микроскопа. Устройство конфокального микроскопа. Эпи-люминесцентная конфигурация. Пространственное распределение интенсивности.

Числовая апертура и разрешающая способность. 4 $\pi$ -конфокальный микроскоп. Многофотонные процессы в конфокальной микроскопии. Принцип и устройство STED-микроскопа. Предельное разрешение в микроскопе. Ограничения в конфокальной микроскопии.

Электронный микроскоп. Физические принципы, положенные в основу работы электронного микроскопа. Трансмиссионная и сканирующая (растровая) микроскопия. Пределы разрешения.

Требования к образцу для электронно-микроскопического исследования. Электронная микроскопия в биологии. Особенности биологических объектов, определяющие характер подготовки материала для электронно-микроскопического исследования. Сохранение структуры с помощью стабилизации химических связей (фиксация). Соблюдение требования оптимальной толщины. Ультратонкие срезы. Способы повышения контраста изображения (контрастирование солями, тяжелых металлов, напыление). Изучение макромолекул методом напыления (оттенения) металлами (платина, палладий, золото). Недостатки метода.

Оптическая спектроскопия биополимеров. УФ-спектроскопия. ИК-спектроскопия биополимеров. Рамановская спектроскопия. Поглощение излучения в тонком слое, закон Ламберта-Бера, эффективное сечение поглощения и молярный коэффициент поглощения, оптическая плотность. Спектры поглощения биологически важных соединений (белки, нуклеиновые кислоты, пигменты). Особенности применения закона Ламберта-Бера к биологическим объектам. Фурье-спектроскопия в инфракрасной области. Принцип метода, интерферометр Майкельсона, Фурье преобразование. Преимущества Фурье-спектроскопии. Механизм формирования интерферограммы, разложение периодической временной функции в ряд Фурье и Фурье-анализ такого разложения. Зависимость формы интерферограммы от частоты излучения, ширины спектральных линий и соотношения амплитуд.

Основы электрофореза. Принцип электрофореза. Зональный электрофорез. Теория электрофореза в ПААГ. Разделение белков в присутствии ДСН. Специфические электрофоретические методы: высоковольтный, проточный, двумерный электрофорез, дискэлектрофорез. Изоэлектрическое фокусирование. Изоахофорез. Иммуноный электрофорез. Реакции антиген-антитело. Иммуноэлектрофорез в агаровых или агарозных гелях. Диффузия и преципитация в геле. Иммунофиксация.

Хроматография. Жидкостная хроматография. Основные понятия.

Масс-спектрометрия. Основные принципы работы. Чувствительность метода. Масс-спектрометрия высокого разрешения, тандемная массспектрометрия.

Рентгеновское излучения в медицинской диагностике. Эмиссионная компьютерная томография. Особенности формирования пучка излучения в рентгеновских установках. Дозиметрия. Методы детекции. Законы цифровой записи сигнала. Теорема Найквиста. Малодозная рентгеновская томография.

ЯМР и ЭПР в биологии. Свойства магнитных ядер, спин ядра. Взаимодействие спина  $I=1/2$  с магнитным полем, заселенность спиновых уровней, переходы, чувствительность ЯМР. Вектор намагниченности для ансамбля спинов, уравнения Блоха (без релаксации). Квадратурная регистрация сигнала. Уравнения Блоха с релаксацией, стационарные решения, поглощение и дисперсия. Извлечение спектральной информации, преобразование Фурье, фазирование спектра. Оцифровка сигнала, теорема Найквиста, ширина спектра. Спиновое эхо (эхо Хана). Селективные импульсы, селекция слоя. Понятие контраста ЯМР изображения, механизмы контраста, информативность метода ЯМР томографии.

Поточная цитометрия. Физические принципы. Светорассеяние и возбуждение флуоресценции одиночных клеток. Особенности измерения флуоресценции и светорассеяния от одиночных клеток. Время разрешенное измерение флуоресценции. Сканирующая проточная цитометрия. Анализ данных и особенности представления результатов измерения флуоресценции.

Определение параметров клеток по данным светорассеяния (обратная задача светорассеяния). Устройство, принцип действия и фундаментальные возможности современных иммунохимических, гематологических, иммунологических и бактериологических анализаторов.